

**ТРУДЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА
ИМЕНИ Н. И. ЛОБАЧЕВСКОГО**

ТОМ 57

**ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ, ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ
И СМЕЖНЫЕ ВОПРОСЫ**

**Материалы четырнадцатой международной
Казанской научной школы-конференции
(Казань, 7 – 12 сентября 2019 г.)**

**Казанское математическое общество
2019**

Институт математики и механики
им. Н. И. Лобачевского
Казанского (Приволжского)
федерального университета
Казанское математическое общество

N. I. Lobachevsky Institute of
Mathematics and Mechanics,
Kazan (Volga region)
Federal University
Kazan Mathematical Society



Издание осуществлено при финансовой поддержке лаборатории "Многомерная аппроксимация и приложения" механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (грант правительства РФ, проект 14.W03.31.0031).

УДК 517:531
ББК 22.1:22.2
Т78

Печатается по рекомендации Редакционно-издательского
совета Казанского математического общества

Научный редактор – С. Р. Насыров
Составители – А.А. Агафонов, И.А. Кох

Т78 Труды Математического центра имени Н. И. Лобачевского / Казанское математическое общество. *Теория функций, ее приложения и смежные вопросы // Материалы Четырнадцатой международной Казанской научной школы-конференции.* – Казань: Издательство Казанского математического общества, Издательство Академии наук Республики Татарстан, 2019. – Т. 57. – 388 с.

ISBN 978-5-9690-0568-6

Сборник содержит материалы четырнадцатой международной Казанской научной школы-конференции «Теория функций, ее приложения и смежные вопросы», организованной Казанским (Приволжским) федеральным и Московским государственными университетами, Математическим институтом им. В. А. Стеклова РАН при содействии Регионального научно-образовательного математического центра КФУ и Академии наук Республики Татарстан. Школа-конференция проведена с 7 по 12 сентября 2019 года.

Предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, специализирующихся в различных областях математики, механики и их приложений.

УДК 517:531
ББК 22.1:22.2

ISBN 978-5-9690-0568-6

© Казанское математическое общество, 2019
© К(П)ФУ, 2019
© Издательство АН РТ, 2019

analytical components of a harmonic mapping.

Keywords: harmonic, univalent, n -valent, convex functions, shear construction.

УДК 517.958, 530.145.6

АНДРЕЕВСКОЕ ОТРАЖЕНИЕ В СТРУКТУРЕ p -ВОЛНОВОЙ СВЕРХПРОВОДНИК–НОРМАЛЬНЫЙ МЕТАЛЛ

Т.С. Тинюкова¹, Ю.П. Чубурин²

¹ *ttinyukova@mail.ru*; Удмуртский государственный университет

² *chuburin@udman.ru*; Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук

В работе математически строго изучено отражение Андреева для гамильтониана Боголюбова – де Жена в случае одномерной p -волновой сверхпроводящей структуры при наличии потенциала. Доказано, что на стыке нормального металла и сверхпроводника в топологической фазе имеет место полное андреевское отражение (т.е. налетающий со стороны нормального металла электрон отражается как дырка) независимо от наличия примеси.

Ключевые слова: гамильтониан Боголюбова – де Жена, спектр, задача рассеяния, вероятность прохождения, отражение Андреева.

В последние приблизительно полтора десятилетия в теории сверхпроводимости активно разрабатывается новое направление, связанное с теоретическим открытием в сверхпроводящих структурах майорановских локализованных состояний (устойчивые квазичастицы с нулевой энергией вида «частица плюс дырка», подчиняющиеся неабелевой статистике), весьма перспективных для применения в будущих квантовых компьютерах [1].

Андреевское отражение возникает на стыке нормального (обычного) металла N и сверхпроводника S . Налетающий со стороны N электрон может отразиться от S обычным образом, как электрон (нормальное отражение) с вероятностью P_N , но может отразиться и как дырка (отражение Андреева) с вероятностью $P_A = 1 - P_N$. При полном (идеальном) андреевском отражении $P_A = 1$. Поскольку майорановские состояния возникают на границе $N - S$, возникает вопрос о связи между ними и андреевским отражением (см., например, [2]). В работе математически строго изучено отражение Андреева для гамильтониана Боголюбова–де Жена в случае одномерной p -волновой сверхпроводящей структуры при наличии потенциала. Доказано, что на стыке нормального металла и сверхпроводника имеет место полное андреевское отражение независимо от наличия примеси. Используемая методика позволяет описать собственные функции данного гамильтониана для нулевой энергии с целью определения их сходства с майорановскими состояниями.

Рассмотрим гамильтониан для структуры нормальный металл – p -волновой сверхпроводник вида

$$(H\psi)(n) = \begin{pmatrix} -\partial_x^2 - \theta(x)\mu_+ - \theta(-x)\mu_- & -\Delta\theta(x)\partial_x - \frac{\Delta}{2}\delta(x) \\ \Delta\theta(x)\partial_x + \frac{\Delta}{2}\delta(x) & \partial_x^2 + \theta(x)\mu_+ + \theta(-x)\mu_- \end{pmatrix},$$

где $\theta(x)$ — функция Хевисайда. Таким образом, для $x > 0$ имеем гамильтониан сверхпроводника, а для $x < 0$ — гамильтониан нормального металла. В импульсном представлении (после преобразования Фурье $\hat{\psi}(p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\mathbb{R}} e^{-ipx} \psi(x) dx$) получаем гамильтонианы сверхпроводника и нормального металла

$$\begin{aligned} \hat{H}_+(p) &= \begin{pmatrix} p^2 - \mu_+ & -ip\Delta \\ ip\Delta & -p^2 + \mu_+ \end{pmatrix}, \\ \hat{H}_-(p) &= \begin{pmatrix} p^2 - \mu_- & 0 \\ 0 & -p^2 + \mu_- \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (1)$$

соответственно. Спектр H_- равен $(-\infty, \infty)$, а спектр H_+ имеет лауну (сверхпроводящую щель), симметричную относительно нуля (см. [3]). Оператор H действует на функции вида $\psi(x) = (\psi_1(x), \psi_2(x))^T$, где T — транспонирование, $\psi_1(x)$ описывает частицы, а $\psi_2(x)$ — дырки.

Рассмотрим теперь гамильтониан $H + V$, где

$$V = \begin{pmatrix} V_0(\delta(x) + \delta(x-a)) & 0 \\ 0 & -V_0(\delta(x) + \delta(x-a)) \end{pmatrix}$$

(слагаемые с $\delta(x)$ в потенциале характеризуют контакт, а слагаемые с $\delta(x-a)$ — примесь в сверхпроводнике). Ищем решение уравнения $(H + V)\psi = E\psi$ для задачи рассеяния при малых E , т.е. для энергий в щели. Интерес представляют вероятности отражения электрона, налетающего со стороны нормального металла, по первой и второй компонентам, т.е. для частиц и дырок. Решения уравнений $(\hat{H}_{\pm} - E)\psi_{\pm}(x) = 0$ ищем в виде $\psi_{\pm}(x) = (\psi_{\pm}^1, \psi_{\pm}^2)^T = (A_{\pm}, B_{\pm})^T e^{i\alpha_{\pm}x}$, где α_{\pm} — решение уравнения $\det(\hat{H}_{\pm}(p) - E) = 0$, а $(A_{\pm}, B_{\pm})^T$ удовлетворяет равенству $(\hat{H}_{\pm}(\alpha_{\pm}) - E)(A_{\pm}, B_{\pm})^T = 0$. Найденные решения $\psi_{\pm}(x)$, зависящие от произвольных констант, «склеиваем», пользуясь равенствами

$$\begin{aligned} \psi_+^1(0+) &= \psi_-^1(0-), \quad \psi_+^2(0+) = \psi_-^2(0-), \quad (2) \\ 4(\partial_x \psi_+^1(0+) - \partial_x \psi_-^1(0-)) - 2V_0(\psi_+^1(0+) + \psi_-^1(0+)) + \Delta(\psi_+^2(0+) + \psi_-^2(0+)) &= 0, \quad (3) \\ 4(\partial_x \psi_+^2(0+) - \partial_x \psi_-^2(0-)) - 2V_0(\psi_+^2(0+) + \psi_-^2(0+)) + \Delta(\psi_+^1(0+) + \psi_-^1(0+)) &= 0. \quad (4) \end{aligned}$$

Здесь полагаем $\delta(x) \cdot \psi^j(x) = \frac{1}{2}(\psi_+^j(0+) + \psi_-^j(0-))$, что отвечает симметричному расположению примеси относительно нуля. Таким образом, функция $\psi(x)$ непрерывна в нуле согласно (2), а согласно (3), (4) δ -функции, возникающие при дифференцировании скачка первой производной, взаимно уничтожаются с δ -функциями, входящими в потенциал.

Андреевское отражение со «склежкой» в нуле

Рассмотрим случай $x < 0$. Предположим, что $E = i\epsilon$ (что означает открытость системы) и $\mu_- \gg |\epsilon|$. Из равенства $\det(\hat{H}_-(p) - E) = 0$ получаем, согласно (1),

$$p^2 = \mu_- \pm i\epsilon. \quad (5)$$

Отсюда $p = \alpha_{\pm}^{1,2} = \pm\sqrt{\mu_{\pm}} - \frac{i\varepsilon}{2\sqrt{\mu_{\pm}}} + o(\varepsilon)$ (знак перед вторым слагаемым выбираем для убывания функции при $x \rightarrow -\infty$) и

$$\widehat{H}_{-}(p) - E = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} + O(\varepsilon).$$

Далее для краткости отбрасываем слагаемые порядка $O(\varepsilon)$. Учитывая вид волновой функции налетающего электрона и тот факт, что для дырки и частицы с равными импульсами скорости противоположны, получаем

$$\psi_{-}(x) = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} e^{i\sqrt{\mu_{-}}x} + A \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} e^{i\sqrt{\mu_{-}}x} + B \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} e^{-i\sqrt{\mu_{-}}x} = \begin{pmatrix} e^{i\sqrt{\mu_{-}}x} + B e^{-i\sqrt{\mu_{-}}x} \\ A e^{i\sqrt{\mu_{-}}x} \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Рассмотрим случай $x > 0$. Предположим, что $|E| \ll \mu_{+} \ll \Delta^2$ (следовательно, имеет место топологическая фаза [1]). Имеем

$$\det(\widehat{H}_{+} - E) = -(p^4 - 2p^2(\mu_{+} - \Delta^2/2) + \mu_{+}^2 - E^2) = 0,$$

тогда

$$p = \alpha_{\pm}^1 = \pm i\Delta + F_1(\mu_{+}, \varepsilon), \quad p = \alpha_{\pm}^2 = \pm i\frac{\mu_{+}}{\Delta} + F_2(\mu_{+}, \varepsilon),$$

где $F_j(\mu_{+}, \varepsilon)$, $j = 1, 2$, малы в силу предположения $\mu_{+} \ll \Delta$ и далее опускаются. В равенствах для α_{\pm}^1 и α_{\pm}^2 выбираем знак «+» для убывания волновой функции при $x > 0$. Пусть для определенности $\Delta > 0$, тогда в случае $p = i\Delta$ имеем

$$\det(\widehat{H}_{+}(p) - E) = \begin{pmatrix} -\Delta^2 & \Delta^2 \\ -\Delta^2 & \Delta^2 \end{pmatrix},$$

откуда $\psi_{+}(x) = (1, 1)^T e^{-\Delta x}$; если $p = i\mu_{+}/\Delta$, то имеем

$$\det(\widehat{H}_{+}(p) - E) = \begin{pmatrix} -\mu_{+} & \mu_{+} \\ -\mu_{+} & \mu_{+} \end{pmatrix},$$

$\psi_{+}(x) = (1, 1)^T e^{-(\mu_{+}/\Delta)x}$. Таким образом, для $x > 0$:

$$\psi_{+}(x) = C \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} e^{-\Delta x} + D \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} e^{-(\mu_{+}/\Delta)x} = \begin{pmatrix} C e^{-\Delta x} + D e^{-(\mu_{+}/\Delta)x} \\ C e^{-\Delta x} + D e^{-(\mu_{+}/\Delta)x} \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Пусть $r_{\pm} = \pm 4i\sqrt{\mu_{\pm}} - 2V_0$. Пользуясь (6), (7), запишем (2)–(4) в виде

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & -1 & -1 \\ \Delta & r_{+} & -3\Delta - 2V_0 & -4\frac{\mu_{+}}{\Delta} - 2V_0 + \Delta \\ r_{-} & \Delta & -3\Delta - 2V_0 & -4\frac{\mu_{+}}{\Delta} - 2V_0 + \Delta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A \\ B \\ C \\ D \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ r_{-} \\ \Delta \end{pmatrix}.$$

Отсюда получим $B = 0$, $A = 1$. Вероятность полного андреевского отражения (когда отражаются только «дырки») равна $|A|^2 = 1$.

Андреевское отражение со «склейкой» в двух точках

Как и ранее $\psi_-(x)$ определяется (6). Функция $\psi_+(x)$ для $x \in (0, a)$ определена равенством (убывания не требуется):

$$\psi_+(x) = \begin{pmatrix} Ce^{-\Delta x} + De^{-(\mu_+/\Delta)x} + Le^{\Delta x} + Fe^{(\mu_+/\Delta)x} \\ Ce^{-\Delta x} + De^{-(\mu_+/\Delta)x} - Le^{\Delta x} - Fe^{(\mu_+/\Delta)x} \end{pmatrix}; \quad (8)$$

для $x > a$ (волновая функция должна убывать на этом промежутке):

$$\psi_+(x) = \begin{pmatrix} Ge^{-\Delta x} + Ke^{-(\mu_+/\Delta)x} \\ Ge^{-\Delta x} + Ke^{-(\mu_+/\Delta)x} \end{pmatrix}.$$

Пользуясь (6), (8), запишем (2)–(4) и аналогичные условия в точке $x = a$ в виде системы

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 & -1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ \Delta & -t_+ & q_- & s_- & -q_+ & r_+ & 0 & 0 \\ t_- & \Delta & q_- & s_- & q_+ & -r_+ & 0 & 0 \\ 0 & 0 & w_- & v_- & w_+ & v_+ & -w_- & -v_- \\ 0 & 0 & w_- & v_- & -w_+ & -v_+ & -w_- & -v_- \\ 0 & 0 & h_- w_- & s_+ v_- & -h_+ w_+ & r_- v_+ & q_+ w_- & s_- v_- \\ 0 & 0 & h_- w_- & s_+ v_- & h_+ w_+ & -r_- v_+ & q_+ w_- & s_- v_- \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ K \\ L \\ G \\ F \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ -t_- \\ -\Delta \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}; \quad (9)$$

здесь

$$\begin{aligned} w_{\pm} &= e^{\pm \Delta a}, \quad v_{\pm} = e^{\pm \frac{\mu_{\pm}}{\Delta} a}, \quad q_{\pm} = -3\Delta \pm 2V_0, \\ h_{\pm} &= 5\Delta \pm 2V_0, \quad s_{\pm} = \pm 4 \frac{\mu_{\pm}}{\Delta} - 2V_0 + \Delta, \\ r_{\pm} &= \pm 4 \frac{\mu_{\pm}}{\Delta} - 2V_0 - \Delta, \quad t_{\pm} = -4i\sqrt{\mu_{\pm}} \pm 2V_0. \end{aligned}$$

Из (9) находим $B = 0$, $A = 1$. Таким образом, несмотря на наличие примеси, здесь также имеет место полное андреевское отражение.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет» в рамках конкурса на предоставление грантов УдГУ на поддержку молодых ученых «Научный потенциал»-2018 (проект № 2018-03-02)

Литература

1. Alicea J. *New directions in the pursuit of Majorana fermions in solid state systems* // Rep. Prog. Phys. – 2012. – 75(076501). – 36 p. DOI:10.1088/0034-4885/75/7/076501
2. Zhongbo Yan, Shaolong Wan. *A study on the tunneling spectroscopy of an N-pS junction and an N-hS junction* // New Journal of Physics. – 2014. – 16(093004). – DOI:10.1088/1367-2630/16/9/093004.
3. Тинюкова Т. С. *Майорановские состояния вблизи примеси в p-волновой сверхпроводящей нанопроволоке* // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. – 2018. – Вып. 2 – С. 222–230. DOI: 10.20537/vm180208.

ANDREEV REFLECTION AT THE CONTACT
OF A p -WAVE SUPERCONDUCTOR IS A NORMAL METAL

T.S. Tinyukova, Yu.P. Chuburin

In the paper, the Andreev reflection for the Bogolyubov – de Gennes Hamiltonian with the potential in the case of the one-dimensional p -wave superconducting structure is mathematically rigorously studied. It is proved, that in the junction normal-metal – superconductor in the topological phase, the perfect Andreev reflection takes place (i.e., the incident from the normal metal electron is reflected as a hole) without reference to an impurity.

Keywords: Bogolyubov – de Gennes Hamiltonian, spectrum, scattering problem, transmission probability, Andreev reflection.

УДК 517.518.85

**О НЕОБХОДИМЫХ И ДОСТАТОЧНЫХ УСЛОВИЯХ СХОДИМОСТИ ОБОБЩЕНИЙ
СИНК-ПРИБЛИЖЕНИЙ ФУНКЦИЙ ОГРАНИЧЕННОЙ ВАРИАЦИИ**

А.Ю. Трынин¹

¹ tayu@rambler.ru; Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского

Изучаются аппроксимативные свойства обобщений классических синк приближений, построенных с помощью значений линейных дифференциальных операторов второго порядка с потенциалами ограниченной вариации. Получены необходимые и достаточные условия равномерной сходимости обобщений синк приближений для функций ограниченной вариации. Отдельно рассматриваются условия равномерной сходимости внутри интервала $(0, \pi)$ и на отрезке $[0, \pi]$.

Ключевые слова: равномерная сходимость, синк приближения, ограниченная вариация, синк-аппроксимации.

В результате численных экспериментов в работах [1] и [2] были открыты операторы синк-аппроксимаций или усечённые кардинальные функции Уиттекера. Для важного случая равноотстоящих узлов интерполирования эти операторы давали существенно лучшие результаты приближения, чем алгебраические интерполяционные многочлены. В дальнейшем была доказана теорема отсчётов, в которой установлена возможность приближения функций из некоторых классов аналитических функций кардинальными функциями Уиттекера (см., например, [3]). В данной работе продолжают исследования аппроксимативных свойств некоторых обобщений синк приближений, предложенных в [4], [5], [6].

Пусть $\rho_\lambda \geq 0$, $\rho_\lambda = o(\lambda)$ при $\lambda \rightarrow +\infty$, $h(\lambda) \in \mathbb{R}$, и при каждом неотрицательном λ функция $q_\lambda(x)$ есть произвольный элемент из шара $V_{\rho_\lambda}([0, \pi])$ радиуса ρ_λ в пространстве функций с ограниченным изменением, исчезающих в нуле:

$$V_0^\pi(q_\lambda) \leq \rho_\lambda, \quad q_\lambda(0) = 0, \quad \rho_\lambda = o(\lambda). \quad (1)$$

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

A	Акишев Г. 12
Amozova K.F. 25	Акопян Р.Р. 15
Artekarev A.I. 35	Аксентьев Л.А. 3
	Алексеева Е.С. 20
B	Алхалифах С.А. 24
Bikchentaev A.M. 67	Андреев А.А. 30
	Андреев А.Ф. 32
	Андреева И.А. 32
D	Арзикулов Г.П. 36
Dautova D.N. 133	Аскарова К.З. 244
	Асташкин С.В. 40
G	Ахметов Р.Г. 45
Ganenkova E.G. 25	
I	Б
Ivanshin P.N. 67	Балгимбаева Ш.А. 46
	Беднаж В.А. 283
K	Беднов Б.Б. 49
Khabibullin B.N. 349	Беднова В.Б. 51
	Бекларян А.Л. 53
M	Бекларян Л.А. 53
Menshikova E.B. 349	Белевцов Н.С. 57
	Бигаева Л.А. 59
N	Бикчантаев И.А. 63
Nasyrov S.R. 133	Бондарев С.А. 69
	Борисова Я.В. 71
R	Братищев А.В. 73
Rodionov T.V. 155	Буробин А.В. 77
	Бухарев Д.А. 272
S	В
Starkov V.V. 25	Васильев В.Б. 78
	Васильченкова Д.Г. 82, 84
V	Веселова Л.В. 86
Vuorinen M. 133	Водопьянов С.К. 89
Z	Г
Zakharov V.K. 155	Габбасов Н.С. 91, 94
Zherdev A.V. 142	Гаврилова Т.П. 96
	Галимов Р.Ю. 100
A	Галимова З.Х. 94
Абубакиров Н.Р. 3	Галкин О.Е. 104
Агачев Ю.Р. 4, 9	Галкина С.Ю. 104

Гафиятуллина Л.И.	106	Комаров М.А.	193
Гималтдинова А.А.	108	Кондрашов А.Н.	197
Гладышев Ю.А.	110, 114	Королев А.Г.	200
Граф С.Ю.	117, 120	Кривошеева О.А.	202
Григорян С.А.	123	Кужаев А.Ф.	202
Гумеров Р.Н.	123	Кузнецова М.Н.	205
Гусев А.Л.	127	Курин А.Ф.	207
Гуськова А.В.	4	Курина Г.А.	209
		Кутаиба Ш.Х.	78
Д		Л	
Данченко В.И.	84, 131	Латыпов И.И.	59
Денисов В.Н.	137	Липачева Е.В.	123
День Чунг Хоа	86	Ломов И.С.	213
Е		Лосев А.Г.	217
Ефимова Т.О.	32	Лукашук С.Ю.	57
		Лычагин В.В.	220
Ж		М	
Жегалов В.И.	139	Мазепа Е.А.	217
З		Малютин К.Г.	224
Зайцева Н.В.	145	Малютина А.Н.	228, 252
Закирова З.Х.	149	Мардвилко Т.С.	229
Захаров В.К.	151	Марусеев И.А.	231
И		Миранов А.Н.	234
Иванова О.А.	159	Миронова Л.Б.	139
К		Мисюк В.Р.	237
Кабанко М.В.	161, 165, 224	Мокейчев В.С.	240
Казанцев А.В.	166	Муангу Ж.Э.Р.	242
Калашникова М.А.	209	Мухарлямов Р.Г.	244
Калманович В.В.	114	Мягченкова Е.Л.	165
Капустин В.В.	168	Н	
Каспирович И.Е.	244	Насибуллин Р.Г.	248
Кац Б.А.	169	Новик А.В.	228, 252
Кац Д.Б.	171	Нодиров Ш.Д.	382
Каюмов И.Р.	24, 173	Нурмагомедов А.А.	254
Кечко Е.П.	176	Нурмагомедов И.А.	254
Киндер М.И.	166	О	
Киясов С.Н.	179	Обносов Ю.В.	258
Киментов С.Б.	181	Омельченко Н.В.	260
Кожевникова Л.М.	184	П	
Кокурин М.Ю.	188	Переходцева Э.В.	264
Колесников И.А.	189, 346		

Першагин М.Ю.	9	Х	
Полубоярова Н.М.	267	Хабарова Е.Л.	346
Поннусами С.	24, 173, 271	Хабидуллин И.Т.	205
Поцейко П.Г.	279	Хайруллин Р.С.	353
Прокудина Л.А.	272	Хакимова А.Р.	357
Прохоров Д.В.	274	Халитова Т.Ф.	360
		Халиуллин С.Г.	364
Р		Хамматова Д.М.	173
Рассадин А.Э.	231	Хасанов Ю.Х.	367
Расулов А.Б.	341	Хомиддин С.	377
Ровба Е.А.	279		
Родикова Е.Г.	283	Ц	
Родионов Т.В.	151	Царьков И.Г.	370
Романова И.А.	267		
Рооп М.Д.	220	Ч	
Рютин К.С.	286	Чеботарева Э.В.	299
Рябченко Н.В.	318	Чернова О.В.	373
		Чубурин Ю.П.	324
С		Чунаев П.В.	84, 131
Сабитов К.Б.	288		
Сабитова Ю.К.	295	Ш	
Салахудинов Р.Г.	106, 297	Шабалин П.Л.	338
Салехов Л.Г.	299	Шакиров И.А.	375
Сафаров Д.С.	301	Шамсудинов Ф.М.	377
Семенко Е.В.	304	Широкова Е.А.	380
Семенко Т.И.	304		
Сидоров А.М.	240	Э	
Ситдииков А.С.	308	Эльшенави А.	380
Солиев Ю.С.	312	Эшкабилов Ю.Х.	36, 382
Старков В.В.	315		
Старовойтов А.П.	318	Я	
Суан Л.А.	322	Яковлева Ю.О.	30
Сунгатуллина З.Ю.	308		
Т			
Тинюкова Т.С.	324		
Тихонов О.Е.	86		
Трынин А.Ю.	328		
Тукмаков Д.А.	331		
Тюриков Е.В.	334		
Ф			
Фатыхов А.Х.	338		
Федоров Ю.С.	341		
Филиппов В.И.	343		